

RECICLAGEM DE LODO INDUSTRIAL, CLASSE II, COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Fábio Fernando de Araújo¹, Carlos Sergio Tiritan¹, Fabiano Rapacci Iarossi²

¹Professor do Curso de Agronomia – UNOESTE, ² Aluno do Curso de Agronomia - UNOESTE

RESUMO

O lodo industrial classe II é um resíduo com elevada concentração de matéria orgânica e necessita do estabelecimento de técnicas para a correta e segura reciclagem. A agricultura tem sido a opção mais escolhida pela indústria para disposição final deste resíduo sendo necessário avaliar novas opções para esta finalidade. Foi conduzido um experimento com intuito de avaliar o potencial do uso de lodo industrial para desenvolvimento de mudas. Neste sentido foi estabelecido doses crescentes do resíduo (5, 10, 20 e 40%) que foram misturadas a um substrato comercial. O material foi então avaliado para a produção de mudas de tomate, berinjela, almeirão e alface em estufa. Os resultados encontrados demonstraram que o lodo nas maiores doses afeta a emergência das plantas mais sensíveis como o alface. A concentração de 10 % de lodo proporcionou o melhor desenvolvimento das culturas de berinjela, almeirão e alface quando comparado com o substrato padrão puro. Pode-se concluir então que o lodo apresenta potencial para aproveitamento neste segmento da agricultura, principalmente para culturas menos sensíveis no tocante a germinação.

Palavras chaves: Resíduo orgânico, reciclagem, horticultura

RECYCLING OF INDUSTRIAL SLUDGE, CLASSII, AS A POTTING MEDIA FOR SEEDLING PRODUCTION

ABSTRACT

The industrial sludge is a residue with great concentration of organic substance and needs the establishment of techniques for correct insurance recycling. Agriculture has been the option more chosen by the industry for final disposal of this residue being necessary to evaluate new options for this purpose. An experiment with intention of evaluate the potential of the use of industrial sludge for development of changes was lead. In this direction it was established increasing doses of the residue (5, 10, 20 and 40%) that they had been mixed to a commercial substrat. The material then was evaluated for the production of changes of tomato, eggplant and lettuce in greenhouse. The joined results had demonstrated that the silt in the biggest doses affects the emergency of the plants more sensible as the lettuce. The concentration of 10 % of industrial sludge provided the best development of the cultures, comparative with the pure standard substrat. It can be concluded then that the silt presents potential for exploitation in this segment of agriculture, mainly for less sensible cultures to germination.

Key words: Organic amendments, recycling, horticulture

INTRODUÇÃO

A produção de substratos normalmente envolve conhecimentos específicos sobre as características físico-químicas de seus componentes, a maneira pela qual interagem quando misturados e suas implicações na produção das mudas variam em função da espécie e tipo de produção (sementes/estaquia), do sistema de irrigação disponível no viveiro, e da disponibilidade local dos componentes a serem utilizados.

O uso potencial de compostos orgânicos como substratos na horticultura e como fontes de nutrientes tem se tornado cada vez mais um objeto de estudo para a produção de mudas de alta qualidade. Casarin et al. (1989) comentaram que um bom substrato destinado à produção de mudas deve apresentar boa porosidade, a fim de assegurar boa drenagem da água e conseqüentemente arejamento das raízes. De acordo com Carrijo et al. (2002) vários materiais orgânicos como as turfas, resíduos de madeira, casca de pinus e de arroz parcialmente carbonizadas ou não, ou materiais inorgânicos como areia, rochas vulcânicas, perlita, lã de rocha e a espuma fenólica já são utilizadas como substrato, isoladamente ou em composição, para a produção comercial de mudas de hortaliças.

É desejável que o substrato possua características como: 1. Porosidade: determinada pelo grau de agregação e estruturação das partículas que compõem o substrato, devendo apresentar um bom equilíbrio entre os microporos que retém água, e os macroporos que retém ar. Esse equilíbrio é que determinará a capacidade de drenagem do substrato. 2. Retenção de umidade: determinada pelo teor e quantidade e qualidade dos componentes do substrato, principalmente a matéria orgânica e alguns tipos

de material inerte, como a vermiculita. Alguns materiais como a fibra de coco, retém grande quantidade de água, o que pode reduzir substancialmente a necessidade de irrigações ao longo do dia, principalmente no inverno.

É recomendável que os componentes do substrato apresentem densidades semelhantes, para evitar fracionamento das partes, principalmente no momento do enchimento das recipientes, quando se utiliza mesa vibradora. Componentes muito finos, também podem interferir na capacidade de drenagem do substrato, o que é prejudicial para a formação das mudas.

A acidez de um substrato é medida ao final da mistura de componentes, devendo variar entre 6 a 6,5 (medido em H₂O). Valores abaixo ou acima desta faixa trazem problemas à formação das mudas devido a indisponibilidade de alguns nutrientes e fitotoxidez. O ajuste do pH do substrato (acidificação ou calagem) nem sempre fornece bons resultados, por isso, a escolha de componentes da mistura que variem o pH dentro da faixa recomendada, e a mistura resultante mantenham-se dentro da faixa de tolerância, com um bom poder tampão, facilita o manejo deste parâmetro.

A necessidade de se caracterizar produtos encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substrato agrícola é fundamental para reduzir os custos da produção (ANDRIOLO *et al.*, 1999). Além disso, a questão ambiental deve ser considerada na escolha dessas matérias primas para produção de substratos. Na Europa, por exemplo, existe a preocupação em se desenvolver novos substratos a fim de substituir a utilização da turfa, pois é um recurso natural não renovável (BAUMGARTEN, 2002). É importante desenvolver substratos de

baixo custo, de fácil utilização, de longa durabilidade e recicláveis, ou ainda, desenvolver métodos para reaproveitá-los no cultivo convencional e na melhoria das condições químicas e físicas do solo (SASSAKI, 1997). Nesse sentido, uma boa oportunidade seria desenvolver meios para utilização da casca do coco verde, cuja água é bastante consumida hoje no Brasil, não só na região litorânea mas em todo o território nacional. Após o consumo da água de coco, a casca é descartada provocando problemas nas cidades, pois ocupa um grande volume e apresentam decomposição lenta (CARRIJO *et al.*, 2002).

O tratamento de efluentes nas indústrias produz grande quantidade de lodo. A disposição ou reutilização deste resíduo semi-sólido tem, muitas vezes, causado problemas ambientais. A disposição em aterros, descargas oceânicas e disposição no solo tem sido os métodos convencionais mais utilizados para a disposição de lodo. No caso da incorporação de lodo em áreas agrícolas tem sido observada melhoria nas propriedades física e biológica do solo pela sua composição em matéria orgânica e nutrientes minerais (WEI *et al.*, 1985). Esta prática, também tem estimulado o aumento da atividade microbiana no solo, como no caso do rizóbio que fixa nitrogênio para as plantas leguminosas (KINKLE *et al.*, 1987). A biomassa microbiana do solo é composta por vários grupos de microrganismos, os quais estão em constante interação com o ecossistema. A introdução de resíduos neste ambiente pode alterar a composição da biomassa microbiana proporcionando aumento da atividade de alguns gêneros microbianos no solo. Desta forma, nos últimos anos tem sido desenvolvido diversos estudos a partir da incorporação do lodo no solo

visando destacar quais os principais impactos no solo que esta disposição tem causado (TSUTIYA, 2001; GILLER *et al.*, 1989; WANG, 1997).

Além da disposição do lodo em áreas agrícolas a comunidade científica tem buscado novas alternativas para reutilização deste resíduo, dentro de projetos para desenvolvimento de novos produtos, que proporcionem menor impacto para o ambiente. A utilização de lodo de estações de tratamento de efluentes como um veículo para produção de inoculantes tem sido considerado como nova alternativa viável para reciclagem (BEN REBAH *et al.*, 2001). Os lodos oriundos do tratamento de efluentes de indústrias alimentícias apresentam características mais propícias para o desenvolvimento de trabalhos de formulação de meios de cultura ou veículos para manutenção de microrganismos de interesse econômico como *Rhizobium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, entre outros. Estes resíduos apresentam na maioria dos casos, menores concentrações de metais pesados e sais solúveis devido as limitações sanitárias e ambientais, impostas pelos órgãos de controle e pelo controle de qualidade no processo produtivo. A composição química desses lodos tem apresentado concentrações consideráveis de nutrientes importantes para o desenvolvimento microbiano (BRAR *et al.*, 2003). Sendo necessário alguns ajustes quanto a esterilização, enriquecimento nutricional e estabilização do pH. A utilização deste resíduo, classe II, com concentrações baixas de metais pesados e contaminantes biológicos para produção de mudas em viveiro pode uma alternativa de disposição a ser explorada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de lodo industrial na

composição de substrato e desenvolvimento de mudas de hortaliças.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos para avaliação dos substratos foram conduzidos na estufa de produção de mudas da Faculdade de ciências agrárias da UNOESTE. Como substrato padrão para efeito de comparação foi utilizado o substrato comercial BIOPLANT®.

O lodo industrial utilizado nos experimentos foi gerado na estação de tratamento de efluentes da DANISCO ingredientes (Pirapozinho, SP). O mesmo é classificado como classe II (não perigoso) sendo gerado com aproximadamente 75% de umidade.

A análise química do resíduo é apresentada na tabela 1.

Antes da utilização nos tratamentos conduzidos o lodo foi secado em estufa de secagem durante 72h (105° C). O lodo seco foi peneirado e utilizado na mistura com substrato comercial. Foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

1. Substrato comercial
2. Substrato comercial + 5% de lodo seco
3. Substrato comercial + 10% de lodo seco
4. Substrato comercial + 20% de lodo seco
5. Substrato comercial + 40% de lodo seco

Tabela 1 . Composição química do lodo da ETE da Danisco.

Determinações	Base seca (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01M	7,7
Matéria orgânica total (combustão) (%)	71,57
Carbono total (%)	39,76
Nitrogênio total (%)	0,69
Fósforo total (% de P ₂ O ₅)	1,38
Potássio total (% de K ₂ O)	0,04
Cálcio total (% de Ca)	9,18
Magnésio total (% de Mg)	0,57
Cobre (mg Kg ⁻¹)	4
Manganês (mg Kg ⁻¹)	37
Zinco (mg Kg ⁻¹)	89
Ferro (mg Kg ⁻¹)	4716
Boro (mg Kg ⁻¹)	4
Sódio (mg Kg ⁻¹)	1722

Após efetivada a homogeneização do lodo com o substrato foram coletadas amostras da mistura de cada tratamento para realização de

análise química no laboratório de solos (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química de fertilidade nas amostras de substratos utilizados no experimento.

Tratamento	pH	M.O. CaCl ₂ g/dm ³	H+Al 43	Ca 174	Mg 104	K 32,8	P 252	CTC 354	V% 88
			-----mmol/dm ³ -----				mg/dm ³	mmol/dm ³	
Substrato	5,3	171	43	174	104	32,8	252	354	88
padrão									
Substrato + 5% de lodo	6,0	177	23	212	88	32,0	239	355	94
Substrato + 10% de lodo	6,0	191	24	178	72	26,4	250	301	92
Substrato + 20% de lodo	6,5	181	18	276	88	27,2	265	409	96
Substrato + 40% de lodo	7,4	181	10	1152	88	20,8	270	1271	99

As culturas utilizadas na avaliação de desenvolvimento de mudas foram: Tomate, berinjela, alface e almeirão. As sementes destas culturas foram semeadas nos substratos preparados com o lodo. Para cada tratamento foi utilizado um bandeija contendo 64 células.

As bandeijas foram colocadas em ambiente protegido (estufa de mudas), onde eram irrigadas periodicamente (2 vezes ao dia) permanecendo até o dia da avaliação final com 35 dias. Na segunda semana da condução do experimento foi avaliada a emergência das plantas. Na coleta do experimento foi avaliada a produção de massa seca da parte aérea e raiz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lodo avaliado apresenta teor de matéria orgânica na base seca, elevado, atingindo a faixa de valores encontrados na maioria dos resíduos orgânicos normalmente utilizados na agricultura (50 a 80%). Dentre os nutrientes, destacam-se o cálcio, seguido do fósforo e do nitrogênio. Os teores dos demais elementos, com exceção do potássio, também podem ser considerados normais no produto seco.

A mistura do lodo com o substrato alterou alguns parâmetros de fertilidade do material final. Estas alterações foram mais destacadas na

disponibilidade de cálcio e elevação do pH (Tabela 2).

A incorporação do lodo ao substrato comercial, proporcionou redução da emergência nas plantas, principalmente, no alface e almeirão

(Tabela 3). A cultura do tomate foi a que sofreu menor influência da mistura do substrato com o lodo. Isto pode revelar que esta cultura teve menor impacto com a utilização do resíduo industrial.

Tabela 3- Efeito de doses crescentes de lodo misturado ao substrato sobre a emergência de plantas de tomate, alface, berinjela e almeirão.

Tratamentos	Tomate	Berinjela	Almeirão	Alface
-----% de emergência-----				
Substrato padrão	100 a	98,4 a	89,0 a	89,0 a
Substrato + 5% de lodo	98,4 a	51,5 b	10,9 c	10,8 c
Substrato + 10% de lodo	98,4 a	95,3 a	89,0 a	35,9 b
Substrato + 20% de lodo	68,7 b	43,7 b	65,6 b	43,7 b
Substrato + 40% de lodo	96,8 a	84,3 a	95,3 a	70,3 a

1 Médias seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem pelo teste de Tukey a 5%

O desenvolvimento das mudas de tomate após 35 dias mostrou que a dose de 5% de lodo na mistura com o substrato foi equivalente ao substrato padrão (Tabela 4). Com o aumento da dosagem de lodo na mistura houve um decréscimo crescente da produção de massa seca na parte aérea e raiz.

Com relação a cultura da berinjela o tratamento que se destacou no quesito de produção de massa fresca foi o que representou

a mistura de 10% de lodo ao substrato. No quesito de produção de raiz apenas os tratamentos que receberam maiores concentrações de lodo teve redução significativa no desenvolvimento (Tabela 5).

Tabela 4- Efeito de doses crescentes de lodo misturado ao substrato sobre a produção de massa fresca na parte aérea e raiz em plantas de tomate.

Tratamentos	Massa fresca da parte aérea (mg por planta)	Massa fresca da raiz (mg por planta)
Substrato padrão	454,6 a	114,0 a
Substrato + 5% de lodo	348,0 ab	99,3 ab
Substrato + 10% de lodo	293,3 bc	72,6 b
Substrato + 20% de lodo	182,6 c	32,6 c
Substrato + 40% de lodo	26,0 d	16,0 c
C.V. (%)	46,14	57,14

1 Médias seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 5- Efeito de doses crescentes de lodo misturado ao substrato sobre a produção de massa fresca na parte aérea e raiz em plantas de berinjela.

Tratamentos	Massa fresca da parte aérea (mg por planta)	Massa fresca da raiz (mg por planta)
Substrato padrão	146,0 bc	53,3 a
Substrato + 5% de lodo	172,6 ab	60,6 a
Substrato + 10% de lodo	235,3 a	58,6 a
Substrato + 20% de lodo	90,6 cd	18,6 b
Substrato + 40% de lodo	28,0 d	16,0 b
C.V. (%)	55,16	57,14

1 Médias seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem pelo teste de Tukey a 5%

A concentração de 10% de lodo misturado ao substrato se destacou como o melhor tratamento para desenvolvimento das mudas de almeirão. A mesma proporcionou

mudas com quase o dobro de peso da parte aérea do tratamento apenas com substrato comercial (Tabela 6). Contudo o desenvolvimento

das raízes do tratamento 10% de lodo ficou inferior ao tratamento com substrato padrão.

O efeito dos tratamentos com lodo no desenvolvimento da alface também apresentou destaque para o tratamento com 10% de lodo misturado ao substrato comercial (Tabela 7).

Reafirmando o resultado anterior este tratamento incrementou o desenvolvimento da muda de alface, apesar desse tratamento ter proporcionado emergência de mudas bem inferior ao tratamento com substrato padrão (Tabela 3).

Tabela 6- Efeito de doses crescentes de lodo misturado ao substrato sobre a produção de massa fresca na parte aérea e raiz em plantas de almeirão.

Tratamentos	Massa fresca da parte aérea (mg por planta)	Massa fresca da raiz (mg por planta)
Substrato padrão	220,0 b	52,0 a
Substrato + 5% de lodo	120,0 bc	26,0 b
Substrato + 10% de lodo	410,0 a	10,0 b
Substrato + 20% de lodo	43,3 c	10,6 b
Substrato + 40% de lodo	27,3 c	10,6 b
C.V. (%)	55,62	82,53

1 Médias seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 7- Efeito de doses crescentes de lodo misturado ao substrato sobre a produção de massa fresca na parte aérea e raiz em plantas de alface.

Tratamentos	Massa fresca da parte aérea (mg por planta)	Massa fresca da raiz (mg por planta)
Substrato padrão	112,0 b	44,6 a
Substrato + 5% de lodo	191,5 b	58,6 a
Substrato + 10% de lodo	310,0 a	66,0 a
Substrato + 20% de lodo	89,3 bc	12,0 b
Substrato + 40% de lodo	16,6 c	12,0 b
C.V. (%)	57,66	53,60

1 Médias seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem pelo teste de Tukey a 5%

A busca de alternativa para reciclagem de resíduos industrial classe II (não perigosos) é atualmente uma área de pesquisa promissora visto que a indústria produz grandes quantidades deste material e precisa ter disposição correta para seus resíduos. A agricultura tem sido uma das opções mais utilizadas para disposição final destes resíduos orgânicos, porém dentro da agricultura algumas opções tem que ser estudadas para reduzir o impacto do material no ambiente. A utilização de lodo de estações de tratamento de efluentes como um veículo para produção de inoculantes tem sido considerado como nova alternativa viável para reciclagem (BEN REBAH et al., 2001).

Vários materiais orgânicos como as turfas, resíduos de madeira, casca de pinus e de arroz parcialmente carbonizadas ou não, ou materiais inorgânicos como areia, rochas vulcânicas, perlita, lã de rocha e a espuma fenólica já são utilizadas como substrato, isoladamente ou em composição, para a produção comercial de mudas de hortaliças (CARRIJO et al., 2002). Os resultados encontrados demonstram que o lodo industrial apresentou potencial para utilização em concentrações reduzidas na produção de mudas. A cultura da alface foi bastante afetada em sua emergência, mostrando que alguma característica do lodo pode ter inibido a germinação das sementes. As outras culturas não demonstraram impactos negativos, quanto a emergência, proporcionado pelo resíduo. A concentração de 10% de lodo misturado ao substrato destacou-se no desenvolvimento das plantas das culturas da berinjela, alface e almeirão.

Com base nos resultados encontrados pode ser afirmar que o lodo nas concentrações até 10% (p/p) pode ser utilizado para produção de

mudas de culturas menos sensíveis quanto a emergência. Podendo ser uma alternativa para avaliação no desenvolvimento de mudas de espécies florestais. Para isto são necessários novos ensaios para determinar qual concentração seria mais indicada.

CONCLUSÕES

- O lodo industrial avaliado afeta negativamente a emergência de culturas mais sensíveis como a do alface.
- A concentração de 10% de lodo misturado ao substrato proporciona melhor desenvolvimento da maioria das culturas avaliadas.
- A mistura do lodo, em doses maiores, com o substrato aumenta a disponibilidade de cálcio e elevação do pH.

REFERÊNCIAS

- BEN REBAH. F.; PREVOST, D.; TYAGI, R.D. Growth of alfafa in sludge-amended soils and inoculated with rhizobia produced in sludge. **J. Environ. Qual.**, v. 31, p. 1339-1348, 2002. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2002.1339>
- BEN REBAH. F.; TYAGI, R.D.; PREVOST, D. Acid and alkaline treatments for enhancing the growth of rhizobia in sludge. **Can. J. Microbiol.** v. 47, p.467-474, 2001 <http://dx.doi.org/10.1139/w01-033>
- BRAR, S.; VERMA, TYAGI, R.D.; VALERO, J.R. Development of stable aqueous flowable formulations of sludge based Bacillus thuringiensis biopesticides. In: CONGRES DE L'EST DU CANADA DE L' ACQE, 19., Quebec, 2003. **Anais...Quebec**, 2003. p. 42.
- GILLER, K. E.; McGRATH, S. P.; HIRSCH, P. R. Absence of nitrogen fixation in clover grown on

soil soil subject to long-term contamination with heavy metals is due to survival of only ineffective *Rhizobium*. **Soil Biol. Biochem.**, v. 21, p. 841-848, 1989. [http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(89\)90179-X](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(89)90179-X)

KINKLE, B. K.; ANGLE, J. S.; KEYSER, H. H. Long-term effects of metal-rich sewage sludge application on soil populations of *Bradyrhizobium japonicum*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 53, p. 315-319, 1987.

TSUTIYA, M. T. Características de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTYA, M. T. et al. **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: Sabesp, 2001. p. 89-131.

VIDYARTHI, A.S.; TYAGI, R.D.; VALERO, J.R.; SURAMPALLI, R.Y. Studies on the production of *B. thuringiensis* based biopesticides using wastewater sludge as a raw material. **Water Res.**,v. 36, p. 4850-4860, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00213-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00213-0)

WANG, M. Land application of sewage sludge in China. **The Science of the Total Environment**, v.197, p. 149-160, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(97\)05426-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(97)05426-0)

WEI, Q. F.; LOWERY, B.; PETERSON, A. E. Effect of sludge application on physical proprieties of silty clay loam soil. **J. Environ. Qual.** v. 14, p. 178-180, 1985. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq1985.142178x>

CARRIJO, D.A. ; SETTI de LIZ, R. ; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n. 4, p.533-535, dez 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000400003>